

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-353939

(P2002-353939A)

(43) 公開日 平成14年12月6日 (2002. 12. 6)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード*(参考)

H 0 4 J 14/00

G 0 2 F 1/01

B 2 H 0 7 9

G 0 2 F 1/01

H 0 1 S 3/10

Z 5 F 0 7 2

H 0 1 S 3/10

H 0 4 B 9/00

E 5 K 0 0 2

H 0 4 B 10/04

S

10/06

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2001-157314(P2001-157314)

(22) 出願日

平成13年5月25日 (2001. 5. 25)

(71) 出願人 595162345

ケイディディアイ海底ケーブルシステム株式会社

東京都新宿区西新宿3丁目7番1号

(72) 発明者 芝野 栄一

東京都新宿区西新宿三丁目7番1号ケイディディアイ海底ケーブルシステム株式会社内

(72) 発明者 多賀 秀徳

東京都新宿区西新宿三丁目7番1号ケイディディアイ海底ケーブルシステム株式会社内

(74) 代理人 100090284

弁理士 田中 常雄

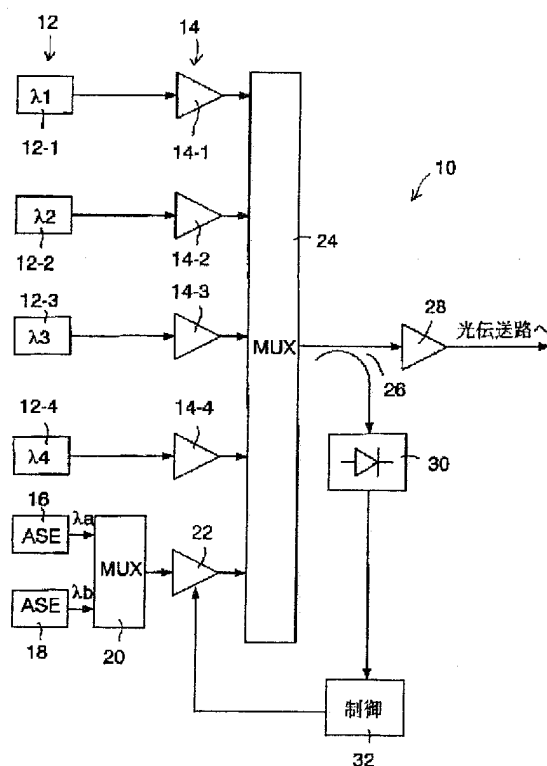
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光送信装置

(57) 【要約】

【課題】 信号波長を追加した場合の、ASEダミー光パワーのマニュアル調節を不要にする。

【解決手段】 信号光出力装置12-1~4は、それぞれ互いに異なる波長の信号光を光アンプ14-1~4に出力する。光アンプ14-1~4はそれぞれ、入力信号光をその光パワーが一定値になるように増幅する。ASE光源16はそれぞれ、信号波長帯の外側の λ_a 、 λ_b のASEダミー光を出力する。光多重化装置20はASE光源16、18の出力光を多重化し、光アンプ22は、光多重化装置20の出力光を制御回路32からの制御信号に応じた利得で増幅する。光多重化装置24は、光アンプ14-1~4、22の出力光を合波し、分波器26は、光多重化装置24の出力光のほとんどを光アンプ28に、残りを受光素子30に供給する。受光素子30は分波器26からの光を電気に変換する。制御回路32は、受光素子30の出力に従い、光多重化装置24の出力光のトータル光パワーが全波長使用時のトータル光パワーに等しくなるように、光アンプ22の利得を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに波長の異なる複数の信号光を出力する信号光出力装置(12, 14; 40, 42, 44)と、

ASEダミー光を発生するASEダミー光発生装置(16, 18, 58, 60)と、

当該信号光発生装置の出力光及び当該ASEダミー光発生装置の出力光を多重する光多重化装置(24, 66)と、

当該光多重化装置の出力光パワーを検出する光パワー検出装置(30, 72)と、

当該光パワー検出装置の検出結果に従い、当該ASEダミー光発生装置の出力するASEダミー光の光パワーレベルを制御する制御装置(32, 74)とを具備することを特徴とする光送信装置。

【請求項2】 当該ASEダミー光発生装置が、ASEダミー光を発生するASE光源(16, 18)と、当該ASE光源の出力光の光パワーレベルを調整する光パワーレベル調整装置(22)であって、当該制御装置により光パワーレベル調整量を制御される光パワーレベル調整装置とからなる請求項1に記載の光送信装置。

【請求項3】 当該光パワーレベル調整装置が利得を変更自在な光アンプ(22)とからなる請求項2に記載の光送信装置。

【請求項4】 当該ASEダミー光発生装置が、励起光を発生する励起光源(62)と、当該制御装置により制御される減衰量で当該励起光源の出力光を減衰する可変減衰器(64)と、当該可変減衰器の出力光により励起されて当該ASEダミー光を発生するASE光源(58, 60)とからなる請求項1に記載の光送信装置。

【請求項5】 当該ASE光源は、出力するASEダミー光の中心波長及びバンド幅の少なくとも一方を変更自在である請求項2又は4に記載の光送信装置。

【請求項6】 当該ASEダミー光発生装置は、当該複数の信号光の波長の両側の波長のASEダミー光を発生する請求項1に記載の光送信装置。

【請求項7】 当該信号光出力装置は、互いに波長の異なる信号光を発生する複数の信号光発生装置(12)と、当該複数の信号光発生装置の出力する各信号光を所定光パワーレベルに増幅する複数の光アンプ(14)とからなる請求項1に記載の光送信装置。

【請求項8】 当該信号光出力装置は、互いに波長の異なる信号光を発生する複数の信号光発生装置(40)と、当該複数の信号光発生装置の出力する各信号光を、グループ毎に多重化する複数の第2の光多重化装置(42)と、当該複数の第2の光多重化装置の出力光を所定光パワーレベルに増幅する複数の光アンプ(44)とからなる請求項1に記載の光送信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、光送信装置に関し、より具体的には、WDM伝送システムにおいて使用波長数を容易に変更可能な光送信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】高密度波長分割多重(DWDM)光伝送システムでは、当初は、少ない波長を使用して運用し、需要の増大に応じて使用波長数を増加する。使用波長数が少ない段階では、ASE光をダミー光として信号光に多重する。ダミー光が存在しないと、光伝送路上の光アンプの入力パワーが予定値よりも少なくなり、その結果、光アンプの出力のSNRが劣化するからである。そして、光送信装置から光伝送路に出力される光(信号光とASEダミー光)のトータルパワーが予定の信号波長を全て使用したときに想定した光パワーになるように、ASEダミー光のパワーを予め調整する。

【0003】信号波長数が少ない場合、信号波長帯の中心部分を使用するので、その両側に、ASEダミー光を配置する。図7は、光送信装置が光伝送路に出力する光のスペクトル分布例を示す。図7では、中心部分に波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 の4つの信号光が存在し、その両側に、スペクトル幅の広い波長 λ_a , λ_b のASEダミー光が存在する。 $\lambda_a < \lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4 < \lambda_b$ である。100波長を越えるような多波長を前提に設計されているような光伝送システムでは、両側のASEダミー光は、それぞれ、約50波長分相当の光パワーを搬送する必要があるので、カバーする波長数に応じて、光パワーが大きくなる。

【0004】使用波長数の多寡に関わらず、各波長の光パワーは一定であるのが好ましく、光送信装置から光伝送路に出力される光のトータルパワーも一定であるのが好ましい。従って、従来例では、上述のように、各信号光と各ASEダミー光をその合波前に、AGC光アンプでパワー調整していた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】各信号光及び各ASEダミー光の光パワーを個別調整する従来方式では、例えば、信号波長の数が増加したとき、ASEダミー光の光パワーを再調整しなければならない。すなわち、そのASEダミー光の光パワーを調整するAFC光アンプの目標値を再調整しなければならない。また、例えば、1つの信号光の光源が故障したときにも、それを補償するように、ASEダミー光の光パワーを再調整しなければならない。このような作業は、迅速性を要求されるが、人手を必要とするので、迅速な対応が難しい。また、ASEダミー光の光パワーを適切な量に再調整するのは容易ではない。

【0006】本発明は、このような面倒を回避でき、ASEダミー光のパワー調節の自動化を実現する光送信装置を提示することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光送信装置は、互いに波長の異なる複数の信号光を出力する信号光出力装置と、ASEダミー光を発生するASEダミー光発生装置と、当該信号光発生装置の出力光及び当該ASEダミー光発生装置の出力光を多重する光多重化装置と、当該光多重化装置の出力光パワーを検出する光パワー検出装置と、当該光パワー検出装置の検出結果に従い、当該ASEダミー光発生装置の出力するASEダミー光の光パワーレベルを制御する制御装置とを具備することを特徴とする。

【0008】このような構成により、ASEダミー光の光パワーは、光多重化装置の出力光パワーが一定になるように帰還制御される。すなわち、信号光の増減があっても、それに応じて、ASEダミー光の光パワーが自動的に調節される。これにより、信号波長を追加した場合、信号波長の伝送特性、例えば、使用波長当たりのSNRを一定に維持できる。すなわち、通信サービスを提供しながらの信号波長の追加、いわゆるインサービス・アップグレードが可能になる。また、何れかの信号光源が故障した場合でも、残る信号光の伝送特性を良好な状態に維持できる。

【0009】好ましくは、当該ASEダミー光発生装置が、ASEダミー光を発生するASE光源と、当該ASE光源の出力光の光パワーレベルを調整する光パワーレベル調整装置であって、当該制御装置により光パワーレベル調整量を制御される光パワーレベル調整装置とからなる。光パワーレベル調整装置は、例えば、利得を変更自在な光アンプからなる。この構成により、ASEダミー光の光パワーレベルを容易に適正值に制御できる。

【0010】好ましくは、当該ASEダミー光発生装置が、励起光を発生する励起光源と、当該制御装置により制御される減衰量で当該励起光源の出力光を減衰する可変減衰器と、当該可変減衰器の出力光により励起されて当該ASEダミー光を発生するASE光源とからなる。この構成によっても、ASEダミー光の光パワーレベルを容易に適正值に制御できる。

【0011】好ましくは、ASE光源は、出力するASEダミー光の中心波長及びバンド幅の少なくとも一方を変更自在である。

【0012】好ましくは、当該ASEダミー光発生装置は、当該複数の信号光の波長の両側の波長のASEダミー光を発生する。

【0013】好ましくは、当該信号光出力装置は、互いに波長の異なる信号光を発生する複数の信号光発生装置と、当該複数の信号光発生装置の出力する各信号光を所定光パワーレベルに増幅する複数の光アンプとからなる。これにより、各信号光の光パワーを所望値に制御できる。

【0014】好ましくは、当該信号光出力装置は、互いに波長の異なる信号光を発生する複数の信号光発生装置

(40)と、当該複数の信号光発生装置の出力する各信号光を、グループ毎に多重化する複数の第2の光多重化装置(42)と、当該複数の第2の光多重化装置の出力光を所定光パワーレベルに増幅する複数の光アンプ(44)とからなる。これにより、少ない光アンプで、各信号光の光パワーを所望値に制御できる。

【0015】

【実施例】以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

【0016】図1は、本発明の一実施例の概略構成ブロック図を示す。10は本実施例の光送信装置である。12(12-1, 12-2, 12-3, 12-4)は、それぞれ互いに異なる波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 の信号光を出力する信号光出力装置である。ここでは、 $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$ であるとする。14(14-1, 14-2, 14-3, 14-4)は、それぞれ、信号光出力装置12(12-1, 12-2, 12-3, 12-4)から出力される信号光を増幅する自動利得制御(AGC)光アンプである。AGC光アンプは、増幅出力をモニタし、ゲインが一定になるように帰還制御している光アンプである。AGC光アンプは、入力チャネル(信号波長)数に関わらず一定ゲインを維持できるので、入力チャネル数が増減しても、各チャネルの出力光パワーを一定に維持できる。

【0017】16は λ_1 より短い波長 λ_a のASE光を発生するASE光源であり、18は λ_4 より長い波長 λ_b のASE光を発生するASE光源である。ASE光源16, 18は、その出力パワーが一定になるように内部で制御されている。20はASE光源16, 18の出力光を合波する光多重化装置、22は光多重化装置20の出力光を増幅する自動レベル制御(ALC)光アンプである。ALC光アンプは、増幅出力をモニタし、出力光パワーが一定になるように帰還制御している光アンプである。ALC光アンプは、入力レベルの変動に対して、出力レベルの変動が少ないという特長を具備する。本実施例では、ALC光アンプ22の出力レベルを外部から制御できる。

【0018】24は光アンプ14-1~14-4, 22の出力光を合波する光多重化装置、26は光多重化装置24の多重化出力光を所定の分割比で2つに分割する分波器、28は分波器26の一方の出力光を増幅する自動パワー制御(APC)光アンプ、30は分波器26の他方の出力光を電気に変換する受光素子、32は、受光素子30の出力に従い、光多重化装置24の出力光のトータル光パワーが所定値(設計上の全波長を使用する場合のトータル光パワー)になるように光アンプ22の利得を帰還制御する制御回路である。

【0019】APC光アンプは、励起光パワーをモニタし、励起光パワーが一定になるように帰還制御した光アンプである。APC光アンプは、入力レベルが変化に対

し、利得圧縮効果により、入力レベルの変化量を圧縮するように出力レベルが変化するという特徴を具備する。すなわち、APC光アンプでは、入力レベルが小さいときには利得が大きく、入力レベルが大きくなると利得が小さくなる。

【0020】信号波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ とASE光波長 λ_a 、 λ_b の関係は、図7に示す関係と同じである。

【0021】本実施例の動作を説明する。信号光出力装置12-1、12-2、12-3、12-4は、それぞれ互いに異なる波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 の信号光を、光アンプ14-1、14-2、14-3、14-4に出力する。光アンプ14-1、14-2、14-3、14-4はそれぞれ、入力信号光をその光パワーが一定値になるように増幅する。これにより、各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ の信号光パワーは同じ一定値に制御される。互いに同じ一定の光パワーに制御された波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ の信号光が光多重化装置24に入力する。

【0022】ASE光源16は λ_a のASEダミー光を出力し、ASE光源18は波長 λ_b のASEダミー光を出力する。ASE光源16、18から出力されるASEダミー光のパワーは、同じ一定値に制御されている。光多重化装置20はASE光源16、18の出力光を多重化し、光アンプ22は、光多重化装置20の出力光を、制御回路32からの制御信号に応じた出力レベルになるように増幅する。光アンプ22の出力光は、光多重化装置24に印加される。

【0023】光多重化装置24は、光アンプ14-1 \sim 14-4、22の出力光を合波し、分波器26は、光多重化装置24の出力光のほとんどを光アンプ28に、残りを受光素子30に供給する。光アンプ28は、分波器26からの光を増幅して、光伝送路に出力する。受光素子30は分波器26からの光を電気に変換する。受光素子30の電気出力は、入力光パワー、すなわち、光多重化装置24の出力光のトータルパワーを示す。制御回路32は、受光素子30の出力に従い、光多重化装置24の出力光のトータル光パワーが所定値（設計上の全波長を使用する場合のトータル光パワー）に等しくなるように、光アンプ22の利得を帰還制御する。

【0024】本実施例では、光アンプ14により各チャネルの光パワーが一定に制御され、光アンプ22により、信号光及びASEダミー光のトータル光パワーが一定に制御されている。このような状況において、光アンプ28がAPC光アンプからなるので、光アンプ28の出力におけるトータル光パワー及びチャネル毎の光パワーは、信号波長数の増減に関わらず一定である。

【0025】このように、本実施例では、信号波長の不足を補充するASEダミー光の光パワーを、全波長を合波した後のトータル光パワーが一定になるように帰還制御しているので、利用波長の少ない初期状態から全信号波長を利用するフル実装状態までのどの状態でも、光伝

送路上のトータル光パワーを一定値に自動制御できる。即ち、信号波長数の変化に関わらず、安定した伝送特性を得ることができると共に、保守管理が容易になる。

【0026】例えば、新たな波長の信号光が追加された場合、従来例では、追加された信号光の光パワーに応じて、両側のASEダミー光の光パワーを手動調整しなければならなかったが、本実施例では、ASEダミー光の光パワーが適切な量に自動調整され、調整操作のために人員をその場に配置しなくて良くなる。また、1又は複数の信号光出力装置12が故障した場合、自動的に、ASEダミー光の光パワーが適切な量だけ増加するので、生き残る信号光の伝送特性が良好な状態に維持される。本実施例によるこの特長はまた、通信サービスを提供しながら自在に信号波長を増減するインサービス・アップグレードを可能にする。

【0027】図1に示す実施例では、理解を容易にするために、信号光毎にAGC光アンプを配置したが、複数の信号光を合波した後に、1つのAGC光アンプで光パワーを調節する構成にも、本発明を適用できる。そのような変更構成例を図2に示す。図1と同じ構成要素には同じ符号を付してある。

【0028】40(40-1 \sim 40-n)は、それぞれ互いに異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の信号光を出力する信号光出力装置である。信号光出力装置40-1 \sim 40-nはk個のグループに区分され、各信号光出力装置40-1 \sim 40-nの出力する信号光は、各グループ毎に光多重化装置42(42-1 \sim 42-k)により多重化されて、AGC光アンプ44(44-1 \sim 44-k)に印加される。AGC光アンプ44-1 \sim 44-kは、対応する光多重化装置42-1 \sim 42-nの出力光を、各チャネル毎に一定光パワーに増幅して、光多重化装置24に印加する。先に説明したように、AGC光アンプは、入力チャネル（信号波長）数に関わらず一定ゲインを維持するように帰還制御されているので、入力チャネル数が増減しても、各チャネルの信号光パワーを一定に維持できる。これは、光多重化装置42-1 \sim kの単位で、信号光を追加又は削除しても、光アンプ44を再調整しなくて良いことを意味する。

【0029】これ以降の動作は、図1に示す実施例と同じであるので、詳細な説明を省略する。

【0030】図2に示す実施例の光送信装置10aでは、光アンプ44又は光多重化装置42の単位で信号波長数を増減する場合には、運用途中で光アンプ44の調整作業は不要になる。図2に示す実施例では、信号波長数に比べて、光アンプ44の数を減らすことができるといった利点がある。100波長を越えるようなWDM伝送システムでは、光送信装置のコスト低減につながる。

【0031】光アンプに信号光を入力しないことによりASE光を生成できる。そのような構成のASE光源は、通常の光アンプと同様に、光増幅媒体（例えば、エ

ルビウム添加光ファイバ)を励起する励起光を必要とするので、光アンプ22の代わりに、その励起光パワーを調節することでも、ASE光パワーを調節できる。図3は、そのような実施例の概略構成ブロック図を示す。

【0032】50は本実施例の光送信装置である。52(52-1~52-n)は、それぞれ互いに異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の信号光を出力する信号光出力装置である。信号光出力装置52-1~52-nは2グループに区分され、各信号光出力装置52-1~52-nの出力する信号光は、グループ毎に光多重化装置54(54-1, 54-2)により多重化されて、AGC光アンプ56(56-1, 56-2)に印加される。

【0033】58は λ_1 より短い波長 λ_a のASEダミー光を発生するASE光源であり、60は λ_n より長い波長 λ_b のASEダミー光を発生するASE光源である。ASE光源58, 60は共に、外部から励起光を供給されており、その励起光パワーに応じたパワーのASE光を出力する。62はASE光源58, 60に供給すべき励起光を発生する励起光源、64は励起光源62から出力される励起光を外部から制御される減衰率で減衰し、2分割してそれぞれASE光源58, 60に供給する光可変減衰器である。

【0034】66は、光アンプ56-1, 56-2及びASE光源58, 60の出力光を合波する光多重化装置、68は光多重化装置66の多重化出力光を所定の分割比で2つに分割する分波器、70は分波器68の一方の出力光を増幅する自動パワー制御(APC)光アンプ、72は分波器68の他方の出力光を電気に変換する受光素子、74は、受光素子72の出力に従い、光多重化装置66の出力光のトータル光パワーが所定値(設計上の全波長を使用する場合のトータル光パワー)になるように、減衰器64の減衰率、即ちASE光源58, 60の出力パワーを帰還制御する制御回路である。

【0035】図3に示す実施例の動作を説明する。この実施例では、信号光出力装置52-1~52-nは2つのグループに区分され、光多重化装置54-1は、第1グループの信号光出力装置52から出力される信号光を多重化し、光多重化装置54-2は、第2グループの信号光出力装置52から出力される信号光を多重化する。光アンプ56-1, 56-2はそれぞれ、光多重化装置54-1, 54-2の出力光を所定の一定光パワーに増幅し、光多重化装置66に印加する。

【0036】励起光源62は、ASE光源58, 60のための励起光を発生し、可変減衰器64に印加する。可変減衰器64は制御回路74により制御される減衰率で励起光源62からの励起光を減衰し、等分割して、ASE光源58, 60に印加する。ASE光源58, 60はそれぞれ、可変減衰器64からの励起光に従い、その励起光の光パワーに応じた光パワーの波長 λ_a , λ_b のASE光を発生し、光多重化装置66に出力する。

【0037】光多重化装置66は、光アンプ56-1, 56-2及びASE光源58, 760の出力光を合波し、分波器68は、光多重化装置66の出力光のほとんどを光アンプ70に、残りを受光素子72に供給する。光アンプ70は、分波器68からの光を一定光パワーになるように増幅して、光伝送路に出力する。受光素子72は分波器68からの光を電気に変換する。受光素子72の電気出力は、入力光パワー、すなわち、光多重化装置66の出力光のトータルパワーを示す。制御回路74は、受光素子72の出力に従い、光多重化装置66の出力光のトータル光パワーが所定値(設計上の全波長を使用する場合のトータル光パワー)に等しくなるように、可変減衰器64の減衰率を帰還制御する。

【0038】このような、制御回路74による可変減衰器64の減衰率の制御の結果、ASE光源58, 60の出力パワーは、光多重化装置66の出力光のトータル光パワーが、設計上の全波長を使用する場合のトータル光パワーに等しくなるように、帰還制御される。図1及び図2に示す実施例と同様に、ASE光源58, 60の出力パワーは、信号波長数の増減に応じて自動的に適切な量に自動制御される。信号波長数が増減しても、ASE光源58, 60の出力パワーを手で調節する必要が無く、保守及び管理が容易になる。

【0039】信号波長を増加する状況では、ASE光の中心波長又はバンド幅を変更しなければならない場合がある。図4は、信号波長数の増加に伴うASEダミー光のスペクトル分布の変更例を示す。図4(a)は、既存の波長 $\lambda_2 \sim \lambda_5$ の外側に信号波長 λ_1 , λ_6 の追加前のスペクトル分布例を示し、同(b)及び(c)はそれぞれ、信号波長 λ_1 , λ_6 の追加後のスペクトル分布例を示す。図4(b), (c)では、信号波長 λ_1 , λ_6 の挿入前のASEダミー光のスペクトル分布を破線で示し、挿入後のASEダミー光のスペクトル分布を実線で示す。

【0040】図4(b)では、信号波長 λ_1 , λ_6 の増加に伴い、両側のASEダミー光の中心波長を λ_a , λ_b のままとしながら、そのバンド幅を狭くしている。図4(c)では、信号波長 λ_1 , λ_6 の増加に伴い、短波長側のASEダミー光の中心波長を λ_a からより短い $\lambda_{a'}$ にシフトし、長波長側のASEダミー光の中心波長を λ_b からより長い $\lambda_{b'}$ にシフトしている。

【0041】このようなASEダミー光の中心波長又はバンド幅の変更に対応できるASE光源の構成例を、以下、説明する。図5は、中心波長及び/又はバンド幅を変更自在なASE光源の一例の概略構成ブロック図である。

【0042】80は入力端子を開放した光アンプである。光アンプ80の出力側に、中心波長及び/又はバンド幅を選択可能な可変光フィルタ回路82が接続する。可変光フィルタ回路82は、図5では、中心波長及び/

又はバンド幅の異なる複数の光フィルタ84の1つを、光フィルタ84の入力側及び出力側に配置した光スイッチ86、88で選択するように構成されている。光スイッチ86、88の一方を省略しても良い。勿論、中心波長及び／又はバンド幅を選択可能なその他の構成でもよい。

【0043】ASE光のスペクトル分布又はゲインプロファイルをより柔軟に変更できるASE光源の構成例を図6に示す。光アンプ90の出力に波長分離素子(AWG)92を接続する。波長分離素子92は光アンプ90の出力光を複数の波長成分に分離する。可変減衰器94は、波長分離素子92から出力される各波長成分を個別に、所望の減衰量だけ減衰させることができる。波長多重素子(AWG)96は、各可変減衰器94の出力光を再び多重する。光アンプ98は波長多重素子96の出力光を増幅する。光カップラ100は、光アンプ98の出力光のほとんどを光多重化装置20に出力し、残りを光アンプ90の入力に帰還する。光アンプ90、98の利得は、レーザ発振しない程度に小さな量に制御される。個々の波長成分に対する可変減衰器94の減衰量と、光アンプ90、92の利得及び利得プロファイルとにより、光多重化装置20に出力されるASE光のスペクトル分布を柔軟に変更できる。

【0044】

【発明の効果】以上の説明から容易に理解できるように、本発明によれば、信号波長数の増減に対しても、光伝送路に投入する全光パワーを一定に維持できる。これにより、信号波長を追加した場合、信号波長の伝送特性、例えば、使用波長当たりのSNRを一定に維持できる。すなわち、通信サービスを提供しながらの信号波長の追加、いわゆるインサービス・アップグレードが可能になる。また、何れかの信号光源が故障した場合でも、残る信号光の伝送特性を良好な状態に維持できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例の概略構成ブロック図である。

【図2】 本発明の第2実施例の概略構成ブロック図である。

【図3】 本発明の第3実施例の概略構成ブロック図である。

【図4】 信号波長の追加に伴うASEダミー光の中心波長及びバンド幅の変化例である。

【図5】 ASE光源16の第1構成例である。

【図6】 ASE光源16の第2構成例である。

【図7】 ASEダミー光の配置例である。

【符号の説明】

10, 10a: 光送信装置

12(12-1~12-4): 信号光出力装置

14(14-1~14-4): 自動利得制御(AGC)光アンプ

16, 18: ASE光源

20: 光多重化装置

22: 自動レベル制御(ALC)光アンプ

24: 光多重化装置

26: 分波器

28: 自動パワー制御(APC)光アンプ

30: 受光素子

32: 制御回路

40(40-1~40-n): 信号光出力装置

42(42-1~42-k): 光多重化装置

44(44-1~44-k): AGC光アンプ

50: 光送信装置

52(52-1~52-n): 信号光出力装置

54(54-1, 54-2): 光多重化装置

56(56-1, 56-2): AGC光アンプ

58, 60: ASE光源

62: 励起光源

64: 光可変減衰器

66: 光多重化装置

68: 分波器

70: 自動パワー制御(APC)光アンプ

72: 受光素子

74: 制御回路

80: 光アンプ

82: 可変光フィルタ回路

84: 光フィルタ

86, 88:

90: 光アンプ

92: 波長分離素子(AWG)

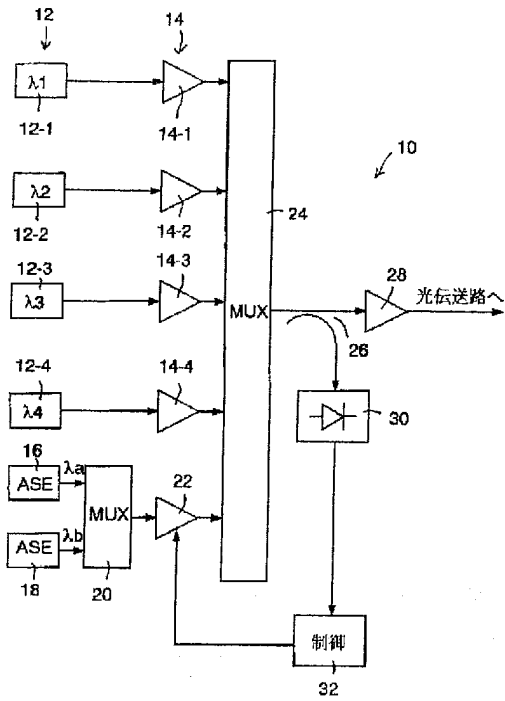
94: 可変減衰器

96: 波長多重素子(AWG)

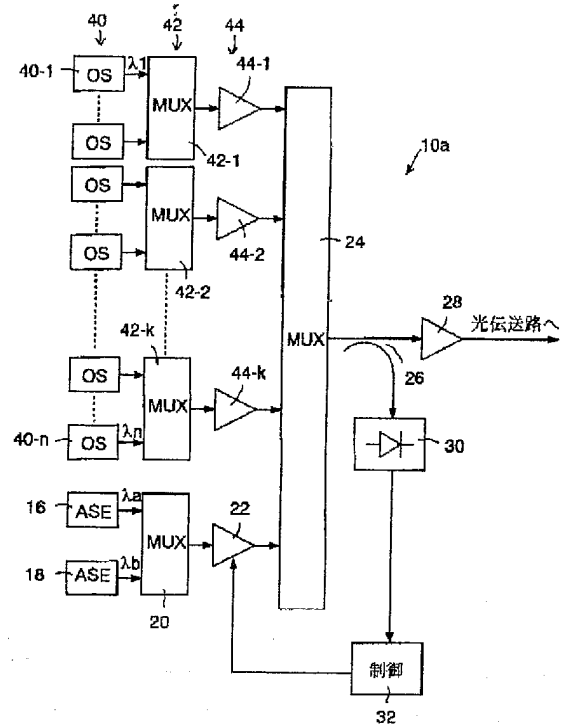
98: 光アンプ

100: 光カップラ

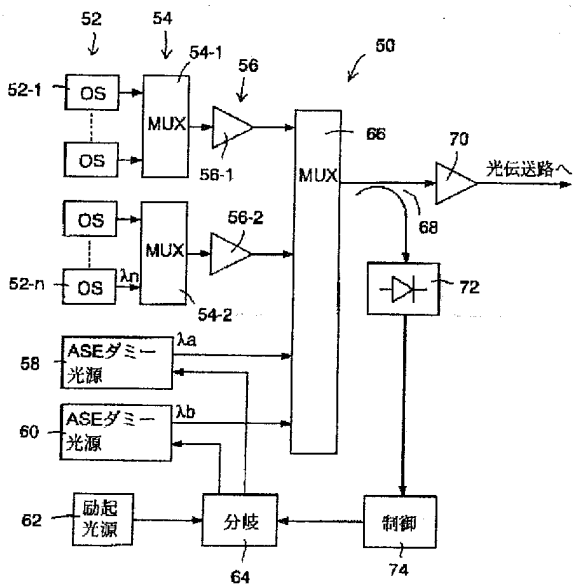
【図1】



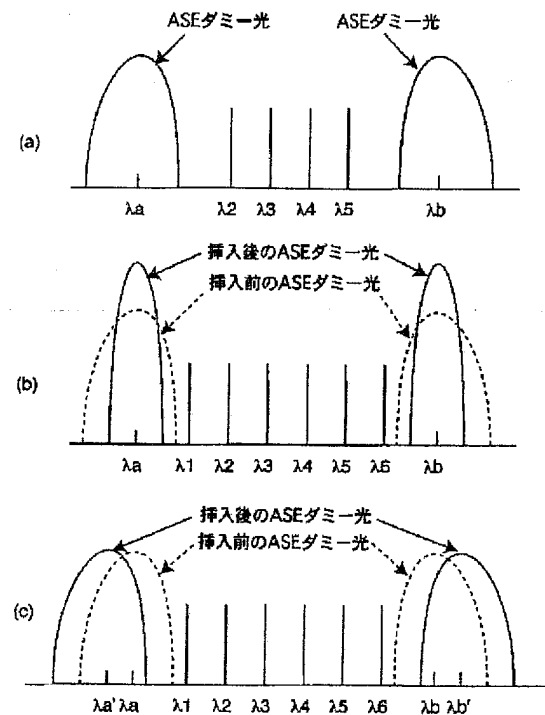
【図2】



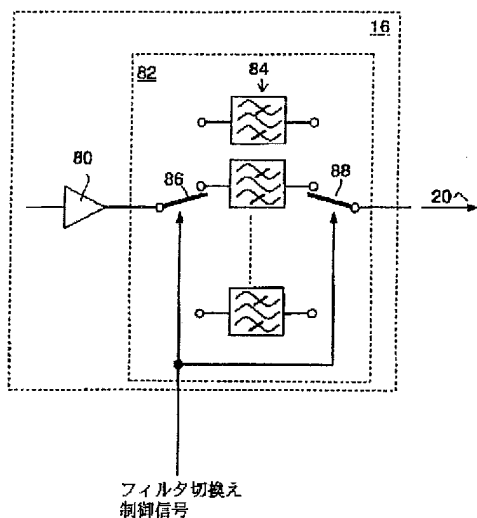
【図3】



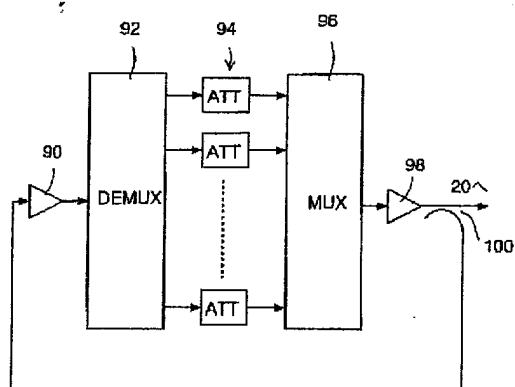
【図4】



【図5】

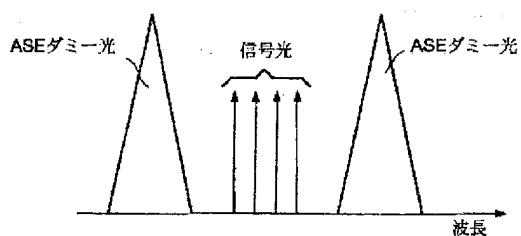


【図6】



【図7】

従来例



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7

識別記号

F I

7-77-7 (参考)

H 0 4 B 10/14

H 0 4 J 14/02

Fターム(参考) 2H079 AA08 AA13 BA01 CA09 CA24

DA14 EA05 EA09 FA01 HA07

KA11 KA18 KA19

5F072 AB09 AK06 HH02 HH05 HH06

RR01 YY17 YY20

5K002 AA01 CA08 CA13 DA02 FA01